

Patentanwälte
Schaefer & Emmel

1

Dipl. - Phys. Konrad Schaefer

Dipl. - Biol. Dr. Thomas Emmel

European Patent Attorneys

Tel:(0)-40-6562051 Fax:-6567919

Gehölzweg 20, D-22043 Hamburg

Commerzbank 22 / 58226 Blz 200 40 000
Postbank 225058 - 208 Blz 200 10 020

05. Oktober 2004

Uns. Zeichen: **03605pct**

Repower Systems AG

Rotorblatt für eine Windkraftanlage

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Rotorblatt für eine Windkraftanlage mit einer Einrichtung zur Optimierung der Umströmung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Windkraftanlagen weisen einen Rotor mit einem oder mehreren Rotorblättern auf. Jedes der Rotorblätter weist ein Profil mit einer im wesentlichen von der Blattwurzel nach außen zur Blattspitze abnehmenden relativen Dicke auf. Das Profil ist so geformt, dass eine Saug- und eine Druckseite ausgebildet wird, so dass bei Umströmung mit bewegter Luft auf der Saugseite gegenüber der Druckseite ein Unterdruck entsteht. Der Druckunterschied zwischen Druck- und Saugseite führt zu einem Auftrieb, der eine Drehung des Rotors bewirkt, die wiederum zum Antrieb eines elektrischen Strom erzeugenden Generators genutzt wird.

Voraussetzung für einen hohen Wirkungsgrad des Rotors und damit einen hohen Ertrag der Windkraftanlage ist eine möglichst ungestörte Umströmung des Profils senkrecht zur Achse des Rotorblattes über den gesamten Bereich der Rotorblätter.

Bei bekannten Rotorblättern ist jedoch zu beobachten, daß die anliegende Luftströmung auf der Saugseite abreißt und ein Totwassergebiet entsteht, das den Auftrieb des Rotorblatts mindert und das Rotorblatt abbremst, indem es dessen Widerstand erhöht. Totwassergebiet bezeichnet üblicherweise den Bereich der abgelösten Strömung. Beide Faktoren mindern den Ertrag der Windkraftanlage.

In der Regel erfolgt der Strömungsabriß in Strömungsrichtung gesehen jenseits der höchsten relativen Dicke des Profils. Betroffen sind davon in der Regel zumindest die blattwurzelnahen Bereiche.

Ein bekanntes Mittel, den Strömungsabriß zu reduzieren und so die Umströmung zu optimieren sind Vortexgeneratoren. Diese bestehen in der Regel aus Blechen, Stäben oder Profilen, die auf der Saugseite des Rotorblatts angebracht sind und lokal begrenzte Turbulenzen erzeugen, die ein großflächiges Abreißen der Umströmung reduzieren. Solche Vortexgeneratoren sind z.B. aus der WO 0015961 bekannt. Nachteilig an den bekannten Vortexgeneratoren ist, daß sie den Ertrag der Windkraftanlage nur geringfügig verbessern, weil sie selbst Widerstand erzeugen und zudem laute Geräusche erzeugen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Rotorblatt für Windkraftanlagen zu schaffen, das gegenüber dem Stand der Technik deutlich verbesserte Umströmungseigenschaften aufweist. Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die unten ausführlich beschriebene Lösung dieser Aufgabe geht von der Erkenntnis aus, daß insbesondere im Bereich der Rotorwurzel auf der Saugseite des Profils störende Strömungen entstehen, die in Querrichtung des Rotorblatts zur Blattspitze hin verlaufen. Diese Querströmungen, welche im wesentlichen im Bereich der abgelösten Strömung auftreten, sind auf die aufgrund der unter-

schiedlichen Anströmgeschwindigkeiten bei unterschiedlichen Blattradien entstehenden Druckdifferenzen zurückzuführen, und werden besonders stark im Blattwurzelbereich induziert. Neben diesen Faktoren tragen auch die am Rotorblatt wirkenden Zentrifugalkräfte zum Entstehen dieser Querströmungen bei.

Durch die Querströmung wird die im Blattwurzelbereich des Rotorblatts vorhandene Ablösung aus der Umströmung des hier vorliegenden aerodynamisch ungünstigen Profils in Richtung der Blattspitze getragen, also in den Bereich aerodynamisch wirksamerer Profile. Überdies stört die Querströmung aber auch die wirksame an dem Rotorblatt anliegende Strömung, indem sie Turbulenzen erzeugt, die zu einem vorzeitigen Abriß dieser Strömungen führen.

Erfindungsgemäß ist daher ein Rotorblatt für eine Windkraftanlage mit einer Einrichtung zur Optimierung der Umströmung des Profils vorgesehen, die mindestens ein im Wesentlichen in Strömungsrichtung ausgerichtetes, von der Saugseite abstehendes flächiges Element aufweist, das im Bereich der erwähnten auf der Saugseite des Profils von der Blattwurzel nach außen verlaufenden Querströmung angeordnet ist, wobei die Höhe und Länge der Einrichtung so gewählt sind, daß die Einrichtung eine wirksame Reduktion dieser Querströmung bewirkt.

Durch die Reduktion der Querströmung durch dieses flächige Element wird ein vorzeitiger Strömungsabriß auf der Saugseite des Rotorblatts verhindert. Eine solchermaßen verbesserte Umströmung führt zu einer erheblichen Steigerung des Ertrags einer entsprechend ausgerüsteten Windkraftanlage, ohne daß eine Zunahme des Betriebsgeräusches zu befürchten ist.

Die erforderliche Höhe und Länge des jeweiligen flächigen Elements sowie dessen optimale Position auf der Saugseite des Rotorblatts variiert naturgemäß mit dem Abstand zur Drehachse des Rotors, der Profildicke, der Breite des Rotors,

der überwiegend zu erwartenden Anströmgeschwindigkeit etc.

Die optimale Konfigurierung läßt sich am einfachsten empirisch ermitteln, z.B. indem man an dem Rotorblatt in verschiedenen Radiuspositionen Reihen von mit ihrem einen Ende an dem Blatt befestigten Wollfäden anordnet, und in Freilandversuchen anhand der Ausrichtung der freien Enden der Wollfäden die jeweils herrschenden Strömungsverhältnisse sichtbar macht. Auf diese Weise kann man relativ leicht den Effekt der erfindungsmäßigen Elemente auf die Strömungsverhältnisse in unterschiedlichen Radiuspositionen testen, und so die optimale Anzahl und Position, ggf auch die Dimensionierung der erfindungsgemäßen flächigen Elemente ermitteln.

Zu Ermittlung der erforderlichen Höhe der flächigen Elemente können die Wollfäden ggf. zusätzlich auf unterschiedlich langen Abstandshaltern, in Form von z.B. Stäben angeordnet werden, um die Höhe des durch die Querströmung bewirkten Totwassergebiets und damit die Höhe der aufzuhaltenden Querströmung zu bestimmen.

Mit dieser Herangehensweise läßt sich empirisch die optimale Höhe und Länge der erfindungsgemäßen flächigen Elemente und/oder deren optimale Position auf einem gegebenen Rotorblatt ermitteln. In entsprechenden Versuchsreihen können so für beliebige Rotorblatt-Typen die optimalen Dimensionen und Positionen der erfindungsgemäßen flächigen Elemente gefunden werden.

Aus dem Flugzeugbau sind auf der Saugseite einer Tragfläche angeordnete, eine Querströmung verhindernde flächige Elemente seit längerem bekannt. Diese Elemente finden insbesondere bei Flugzeugen Verwendung, deren Tragflächen gepfeilt angeordnet sind. Hier stellt sich das Problem, daß aufgrund der schrägen Anordnung an der Tragflächenvorderkante ein Druckgradient entsteht, der die die

Tragfläche umströmende Luft in Richtung der Tragflächenspitze ablenkt. Diese nicht abgelöste Querströmung stört wiederum die Umströmung der Tragfläche, und mindert damit den Auftrieb, da die Strömung entlang des Flügels aber nicht mehr darüber strömt. Um die Querströmung zu reduzieren, verwendet man daher an solchen Tragflächen senkrecht angeordnete Barrieren, die als Grenzschichtzäune bezeichnet werden.

Diese Grenzschichtzäune unterscheiden sich in wesentlichen Merkmalen von den hier erfindungsgemäß vorgestellten Elementen für Rotorblätter von Windkraftanlagen. Da die nicht abgelösten Querströmungen an gepfeilten Tragflächen vor allem im Bereich der Tragflächenvorderkante induziert werden, sind Grenzschichtzäune genau in diesem Bereich angeordnet. Häufig erstrecken sie sich sogar um die Tragflächenvorderkante herum bis auf die Druckseite der Tragfläche.

Die erfindungsgemäßen flächigen Elemente für Rotorblätter von Windkraftanlagen reduzieren dagegen eine durch andere Phänomene hervorgerufene, bereits abgelöste Querströmung, die überwiegend im Bereich der größten Profildicke des Rotorblatts entsteht und im Bereich stromabwärts der größten Profildicke einen Strömungsabriß induziert. Eine Anordnung lediglich im Bereich der Vorderkante des Rotorblatts macht bei diesen Elementen keinen Sinn.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das flächige Element mindestens im Bereich einer auf der Saugseite des Profils zwischen einem Bereich der größten relativen Dicke des Profils und der Hinterkante des Profils verlaufenden Querströmung angeordnet ist. Bei dieser Querströmung handelt es sich um die zuvor beschriebene Strömung, die durch die Differenz der Anströmgeschwindigkeiten zwischen blattwurzelnahen Bereichen und blattspitzennahen Bereichen und dem daraus resultierenden Druckgradienten auf der

Saugseite des Rotorblatts sowie durch die am Rotorblatt herrschenden Zentrifugalkräfte entsteht.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung erstreckt sich das flächige Element über die ganze Breite der Saugseite des Rotorprofils. Dadurch wird sichergestellt, daß ein Übergreifen der Querströmung auf Gebiete mit gesunder Strömung verhindert werden kann, selbst ohne den exakten Verlauf der Querströmung auf der Saugseite des Rotorblatts zu kennen.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das flächige Element so ausgebildet, daß es sich in seiner Längsausdehnung in gerader Richtung erstreckt. Dadurch werden durch das flächige Element auftretende Widerstandskräfte klein gehalten und die Lärmentwicklung minimiert. In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung erfolgt die Ausrichtung des flächigen Elements so, daß sie nicht mehr als 10° vom Verlauf der Tangente abweicht, die an dem Kreis mit dem, der Position des Elements entsprechenden Radius des Rotorblatts anliegt.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist das flächige Element so ausgebildet, daß es sich in Richtung seiner Längsausdehnung dem Drehverlauf des Radius folgend erstreckt, der dem Abstand des vorderen Endes des flächigen Elements zur Drehachse des Rotors entspricht. Diese Ausgestaltung stellt eine weitere Möglichkeit dar, die durch das flächige Element auftretenden Widerstandskräfte klein zu halten und die Lärmentwicklung zu minimieren.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Rotorblatt auf der Saugseite seines Profils mehrere flächige Elemente aufweist. Dies ist sinnvoll in Fällen, in denen hinter einem ersten erfindungsgemäßen Element erneut eine relevante Querströmung entsteht. Die optimale Positionierung und Dimensionierung dieser mehreren flächigen Element auf dem Rotorblatt kann wie oben beschrieben vorgenommen werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die flächigen Elemente auf der Saugseite des Rotorblatts in einem Bereich angeordnet sind, der sich von der Blattwurzel bis zur Hälfte der Länge des Rotorblatts erstreckt. Besonders bevorzugt ist hierbei der Bereich, der sich von der Blattwurzel bis zu einem Drittel der Länge des Rotorblatts erstreckt.

In einer besonderes bevorzugten Ausgestaltung ist dabei vorgesehen, daß mindestens ein flächiges Element in einem Bereich angeordnet ist, der von der Blattwurzel aus jenseits eines Übergangsbereichs liegt, in dem das Profil der Blattwurzel in ein Auftrieb generierendes Profil übergeht. Ein solchermaßen angeordnetes Element ist z.B. geeignet, eine bereits bestehende, aus dem Bereich der Blattwurzel herangetragene Querströmung zu unterbrechen und so eine Störung der in diesem Bereich anliegenden laminaren Strömungen zu vermeiden.

In einer anderen bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß mindestens ein flächiges Element in einem Bereich angeordnet ist, der von der Blattwurzel aus diesseits eines Übergangsbereichs liegt, in dem das Profil der Blattwurzel in ein Auftrieb generierendes Profil übergeht. Aufgrund der speziellen Verhältnisse bei Rotorblättern entsteht der wesentliche Teil der störenden Querströmung in diesem blattwurzelnahen Bereich, da das Rotorblatt hier, aufgrund der großen Profildicke, in der Regel kein strömungsgünstiges Profil aufweist. Das Vorsehen eines erfindungsgemäßen Elements in diesem Bereich verhindert daher besonders effektiv das Entstehen der Querströmung - im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Elementen, die so angeordnet sind, dass sie eine Fortpflanzung einer bereits bestehenden Querströmung in den Leistung erbringenden Bereich des Rotorblatts verhindern.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das flächige Element zumindest abschnittsweise luftdurchlässig ausgebildet ist, z.B. in Form eines Gitters oder durch im Element angeordnete Bohrungen. Ein flächiges Element mit einer solchen Ausgestaltung kann bei geeigneter Dimensionierung auftretende Querströmungen u.U. besser reduzieren als ein ununterbrochenes flächiges Element. Außerdem kann durch eine solche Ausgestaltung das Gewicht der flächigen Elemente reduziert werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das flächige Element aus Metall, wie beispielsweise Edelstahl oder Aluminium, aus Kunststoff, aus Verbundwerkstoffen, wie beispielsweise GFK oder CFK, oder einer Kombination dieser Materialien hergestellt ist. Eine solche Bauweise stellt sicher, daß das Element sowohl den Witterungsbedingungen als auch der mechanischen Beanspruchung unter Einsatzbedingungen standhält. Selbstverständlich können andere Materialien äquivalent verwendet werden, die den Anforderungen an Witterungsbeständigkeit und Stabilität genügen.

Die Erfindung bezieht sich nicht nur auf Rotorblätter, sondern auch auf flächige Elemente, die auf einem profilierten Rotorblatt einer Windkraftanlage im Wesentlichen in Strömungsrichtung ausgerichtet und von der Saugseite abgehend angeordnet werden können, und deren Höhe und Länge so gewählt sind, daß sie eine wirksame Reduktion einer von der Blattwurzel nach außen verlaufenden Querströmung bewirken. Solche Elemente können zur Nachrüstung bereits aufgestellter Windkraftanlagen verwendet werden.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist dabei vorgesehen, daß das flächige Element dicht anschließend zum Konturverlauf des Rotorprofils in der Position seiner Anbringung gestaltet ist. Das Element kann aber auch elastisch oder plastisch

formbar sein, so daß es erst im Augenblick der Montage in der Position seiner Anbringung dem Konturverlauf des Rotorprofils angepaßt werden kann.

In den Zeichnungen ist die Erfindung beispielsweise und schematisch in einer bevorzugten Ausführungsform dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 die Aufsicht auf die Saugseite eines erfindungsgemäßen Rotorblatts einer Windkraftanlage,

Fig. 2a einen Schnitt gemäß Linie A - A in Fig. 1, und

Fig. 2b einen weiteren Schnitt gemäß Linie A - A in Fig. 1 in einer anderen Ausgestaltung.

Fig. 1 zeigt ein Rotorblatt 10 mit einer Vorderkante 11, einer Hinterkante 12, einer Blattwurzel 13, einer Blattspitze 14, einer Saugseite 15 und einer Druckseite 16. Das Rotorblatt weist in seinem Verlauf eine von der Blattwurzel 13 nach außen zur Blattspitze 14 abnehmende relative Dicke auf. Die Vorderkante 11 weist in Drehrichtung des Rotorblattes. Auf der Saugseite 15 sind in Strömungsrichtung angeordnete flächige Elemente 17 und 18 angebracht, die eine Querströmung auf der Saugseite 15 unterbinden und so einen vorzeitigen Strömungsabriß verhindern. Ein Übergangsbereich 19 ist dadurch gekennzeichnet, daß hier das zylindrische Profil der Blattwurzel 13 in ein tropfenförmiges, Auftrieb generierendes Profil übergeht. Die Querströmung ist durch einen Pfeil angedeutet.

Fig. 2a zeigt einen Schnitt durch das Rotorblatt gemäß Linie A - A in Fig. 1 mit einer Vorderkante 21, einer Hinterkante 22, einer Saugseite 25 und einer Druckseite 26. Auf der Saugseite 25 ist das flächige Element 27 angeordnet, das sich

von der Vorderkante 21 bis zur Hinterkante 22 und somit über die ganze Breite des Blattes erstreckt und eine Querströmung auf der Saugseite 25 unterbindet.

Fig. 2b zeigt einen weiteren Schnitt durch das Rotorblatt gemäß Linie A - A in Fig. 1 in einer anderen Ausgestaltung mit einer Vorderkante 21, einer Hinterkante 22, einer Saugseite 25 und einer Druckseite 26. Auf der Saugseite 25 ist das flächige Element 28 angeordnet, das sich von der Vorderkante 21 bis zur Hinterkante 22 erstreckt und abgerundete Kanten aufweist. Das flächige Element 28 weist Bohrungen 29 auf, die bei geeigneter Dimensionierung dazu beitragen, daß eine Querströmung auf der Saugseite 25 wirksam unterbunden wird.

Patentansprüche

1. Rotorblatt für eine Windkraftanlage mit einem Profil, das in seinem Verlauf eine im wesentlichen von einer Blattwurzel nach außen zu einer Blattspitze abnehmende relative Dicke aufweist, wobei das Profil eine Vorderkante und eine Hinterkante sowie eine Saugseite und eine Druckseite aufweist und bei Anströmung mit bewegter Luft auf der Saugseite gegenüber der Druckseite einen Unterdruck erzeugt, der zu einem Auftrieb führt, und wobei das Rotorblatt auf der Saugseite eine Einrichtung zur Optimierung der Umströmung des Profils aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung mindestens ein im Wesentlichen in Strömungsrichtung ausgerichtetes, von der Saugseite (15) abstehendes flächiges Element (17, 18) aufweist, das im Bereich einer auf der Saugseite (15) des Profils von der Blattwurzel (13) zur Blattspitze (14) verlaufenden Querströmung angeordnet ist, wobei die Höhe und Länge des flächigen Elements (17, 18) so gewählt sind, daß das Element (17, 18) eine wirksame Reduktion dieser Querströmung bewirkt.
2. Rotorblatt gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flächige Element mindestens im Bereich einer auf der Saugseite des Profils zwischen einem Bereich der größten relativen Dicke des Profils und der Hinterkante des Profils verlaufenden Querströmung angeordnet ist.
3. Rotorblatt gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die Länge des flächigen Elements über die ganze Breite der Saugseite des Rotorprofils erstreckt.
4. Rotorblatt gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das flächige Element in seiner Längsausdehnung gerade ausgebildet ist.

5. Rotorblatt gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ausrichtung des flächigen Elements nicht mehr als 10° vom Verlauf der Tangente abweicht, die an dem Kreis mit dem, der Position des Elements entsprechenden Radius des Rotorblatts anliegt.
6. Rotorblatt gemäß einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das flächige Element so ausgebildet ist, daß es sich in Richtung seiner Längsausdehnung dem Drehverlauf des Radius folgend erstreckt, der dem Abstand des vorderen Endes des flächigen Elements zur Drehachse des Rotors entspricht.
7. Rotorblatt gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Rotorblatt auf der Saugseite seines Profils mehrere flächige Elemente aufweist.
8. Rotorblatt gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die flächigen Elemente auf der Saugseite des Rotorblatts in einem Bereich angeordnet sind, der sich von der Blattwurzel bis zur Hälfte der Länge des Rotorblatts erstreckt.
9. Rotorblatt gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die flächigen Elemente auf der Saugseite des Rotorblatts in einem Bereich angeordnet sind, der sich von der Blattwurzel bis zu einem Drittel der Länge des Rotorblatts erstreckt.
10. Rotorblatt gemäß Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein flächiges Element in einem Bereich angeordnet ist, der von der

Blattwurzel aus jenseits eines Übergangsbereichs liegt, in dem das Profil der Blattwurzel in ein Auftrieb generierendes Profil übergeht.

11. Rotorblatt gemäß einem der Ansprüche 8 - 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein flächiges Element in einem Bereich angeordnet ist, der von der Blattwurzel aus diesseits eines Übergangsbereichs liegt, in dem das Profil der Blattwurzel in ein Auftrieb generierendes Profil übergeht.
12. Rotorblatt gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das flächige Element zumindest abschnittsweise luftdurchlässig ausgebildet ist, z.B. in Form eines Gitters oder durch Bohrungen.
13. Rotorblatt gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das flächige Element aus Metall, wie beispielsweise Edelstahl oder Aluminium, aus Kunststoff, aus Verbundwerkstoffen, wie beispielsweise GFK oder CFK, oder einer Kombination dieser Materialien hergestellt ist.
14. Flächiges Element gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das flächige Element auf einem profilierten Rotorblatt einer Windkraftanlage im Wesentlichen in Strömungsrichtung ausgerichtet und von der Saugseite abstehend angeordnet werden kann, und dessen Höhe und Länge so gewählt sind, daß das flächige Element eine wirksame Reduktion einer von der Blattwurzel nach außen verlaufenden Querströmung bewirkt.
15. Flächiges Element gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die dem Rotorblatt zugewandte Seite des flächigen Elements dem Konturverlauf des Rotorprofils an der Position seiner Anbringung angepaßt ist.

16. Flächiges Element gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** das flächige Element elastisch oder plastisch formbar ist und an der Position seiner Anbringung dem Konturverlauf des Rotorprofils angepaßt werden kann.

1/2

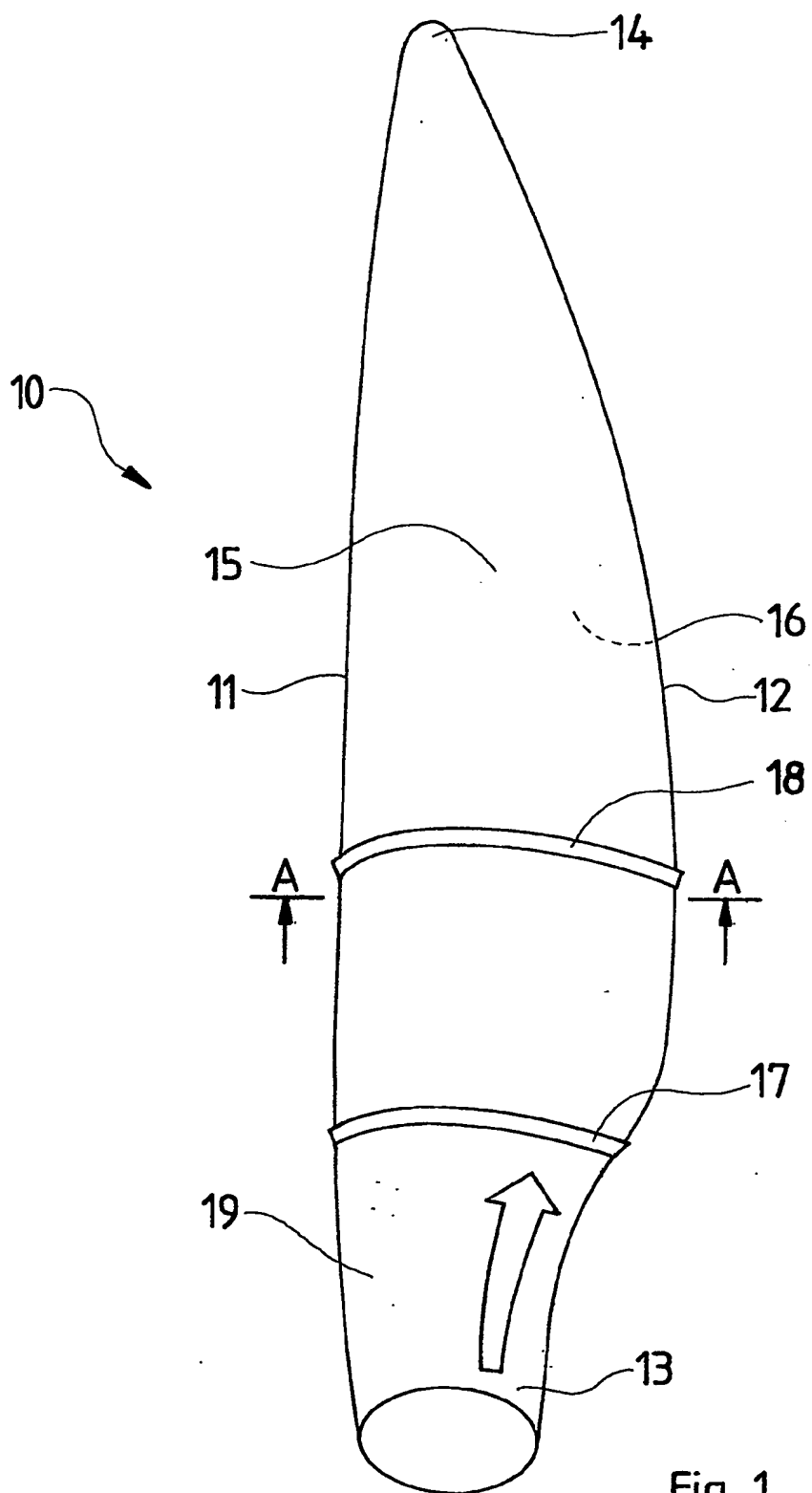


Fig. 1

2/2

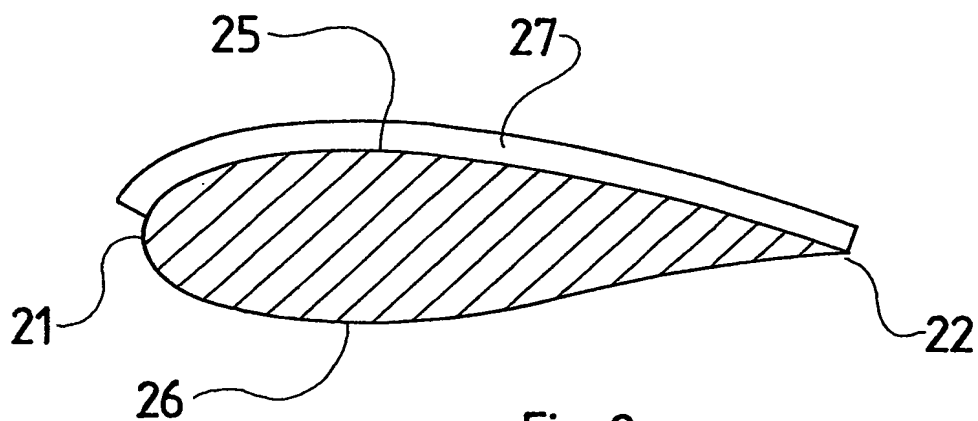


Fig. 2a

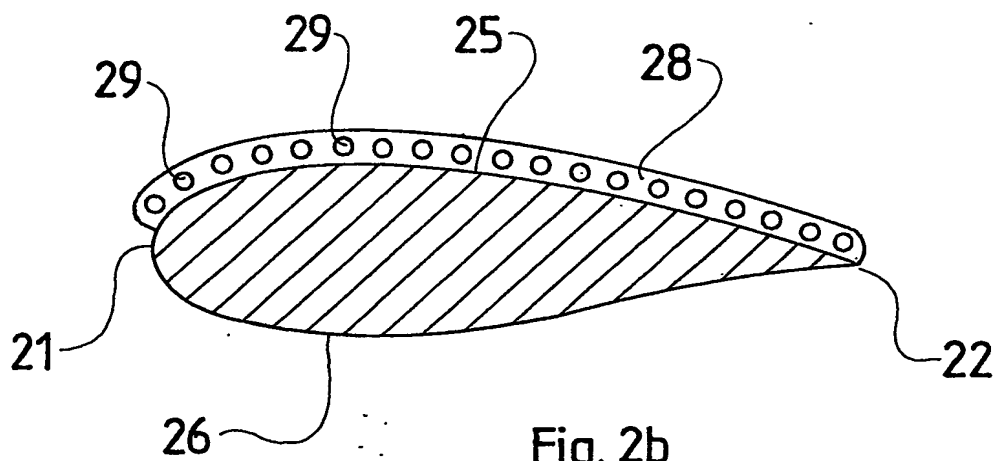


Fig. 2b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/011187

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F03D1/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F03D F01D B64C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 374 331 A (LEDINGHAM ROBERT ANDREW) 16 October 2002 (2002-10-16) abstract page 3, paragraphs 2,3 page 4, paragraph 5; figures 1a,1b	1-11, 13-16
P,X	RU 2 218 477 C (ISAEV SERGEJ ALEKSANDROVICH ET AL) 10 December 2003 (2003-12-10) abstract; figures 3,4	1-11, 13-16
A	US 2 361 676 A (BAKER LIN E) 31 October 1944 (1944-10-31) the whole document	1-16
A	EP 1 219 837 A (BEHR GMBH & CO) 3 July 2002 (2002-07-03) paragraphs '0015!', '0016!	1-16
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *8* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 January 2005

Date of mailing of the international search report

31/01/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Steinhauser, U

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/011187

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 21 35 287 A (DETTMERING WILHELM PROF DR ING) 25 January 1973 (1973-01-25) page 4, paragraph 2 - page 5, paragraph 1 -----	1-16
A	GB 840 543 A (VICKERS ELECTRICAL CO LTD) 6 July 1960 (1960-07-06) page 1, line 14 - line 31 page 1, line 56 - line 81 -----	1-16
A	US 1 446 011 A (CATTLEY JACKSON ROBERT) 20 February 1923 (1923-02-20) page 1, line 9 - line 19 page 1, line 68 - page 2, line 7 -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/011187

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2374331	A	16-10-2002	NONE	
RU 2218477	C	10-12-2003	RU 2218477 C1 WO 2004059162 A1	10-12-2003 15-07-2004
US 2361676	A	31-10-1944	NONE	
EP 1219837	A	03-07-2002	DE 10100064 A1 EP 1219837 A2 US 2002085912 A1	04-07-2002 03-07-2002 04-07-2002
DE 2135287	A	25-01-1973	DE 2135287 A1	25-01-1973
GB 840543	A	06-07-1960	NONE	
US 1446011	A	20-02-1923	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/011187

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F03D1/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F03D F01D B64C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 2 374 331 A (LEDINGHAM ROBERT ANDREW) 16. Oktober 2002 (2002-10-16) Zusammenfassung Seite 3, Absätze 2,3 Seite 4, Absatz 5; Abbildungen 1a,1b	1-11, 13-16
P,X	RU 2 218 477 C (ISAEV SERGEJ ALEKSANDROVICH ET AL) 10. Dezember 2003 (2003-12-10) Zusammenfassung; Abbildungen 3,4	1-11, 13-16
A	US 2 361 676 A (BAKER LIN E) 31. Oktober 1944 (1944-10-31) das ganze Dokument	1-16
A	EP 1 219 837 A (BEHR GMBH & CO) 3. Juli 2002 (2002-07-03) Absätze '0015!, '0016!	1-16
-/-		

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Januar 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

31/01/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Steinhauser, U

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 21 35 287 A (DETTMERING WILHELM PROF DR ING) 25. Januar 1973 (1973-01-25) Seite 4, Absatz 2 - Seite 5, Absatz 1 -----	1-16
A	GB 840 543 A (VICKERS ELECTRICAL CO LTD) 6. Juli 1960 (1960-07-06) Seite 1, Zeile 14 - Zeile 31 Seite 1, Zeile 56 - Zeile 81 -----	1-16
A	US 1 446 011 A (CATTLEY JACKSON ROBERT) 20. Februar 1923 (1923-02-20) Seite 1, Zeile 9 - Zeile 19 Seite 1, Zeile 68 - Seite 2, Zeile 7 -----	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/011187

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 2374331	A	16-10-2002	KEINE		
RU 2218477	C	10-12-2003	RU	2218477 C1	10-12-2003
			WO	2004059162 A1	15-07-2004
US 2361676	A	31-10-1944	KEINE		
EP 1219837	A	03-07-2002	DE	10100064 A1	04-07-2002
			EP	1219837 A2	03-07-2002
			US	2002085912 A1	04-07-2002
DE 2135287	A	25-01-1973	DE	2135287 A1	25-01-1973
GB 840543	A	06-07-1960	KEINE		
US 1446011	A	20-02-1923	KEINE		